

パキスタン国
全国総合交通網計画調査(実証事業)
最終報告書(和文要約)

平成20年2月
(2008年)

独立行政法人 国際協力機構
(社会開発部)

パキスタン国
全国総合交通網計画調査(実証事業)
最終報告書(和文要約)

平成20年2月
(2008年)

独立行政法人 国際協力機構
(社会開発部)

序 文

日本国政府は、パキスタン国政府の要請に基づき、同国の「パキスタン国全国総合交通網計画調査（実証事業）」を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、災害時における道路・橋梁修復技術に関する技術移転を図ることを目的とし、震災によって被害を受けたジーラムバレーの5橋梁の修復及び地すべり防災の対応能力の強化を行うため、平成18年4月から平成20年2月まで、日本工営株式会社の山下佳久氏等から構成される調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、対象地域における実証事業を実施し、パキスタン国政府関係者と協議を行い、技術移転の一環として数回に渡りセミナーを開催いたしました。

本調査が、パキスタン国の社会経済発展の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成20年2月

独立行政法人国際協力機構
理事 橋本 栄治

独立行政法人 国際協力機構
理事 橋本 栄治 殿

伝 達 状

ここに「パキスタン国全国総合交通網計画調査（実証事業）」の最終報告書を提出致します。本報告書は、貴機構の契約に基づいて、2006年4月から2008年2月までの間、日本工営株式会社で実施した調査結果をとりまとめたものです。

今回の調査に際しましては、貴機構及び日本側関係者からの御意見、御助言、またパキスタン国関係者からの御意見を賜って報告書の完成の運びとなりました。

本報告書の提出にあたり、諸般の御協力および御助言を賜った貴機構、外務省に心から感謝を申し上げますとともに、パキスタン国政府のカウンターパート、日本地すべり学会、貴機構パキスタン事務所、在パキスタン日本大使館の方々の御厚意、御協力に深く感謝いたします。

この報告書が、パキスタン国全体の社会経済発展に寄与することを願うものです。

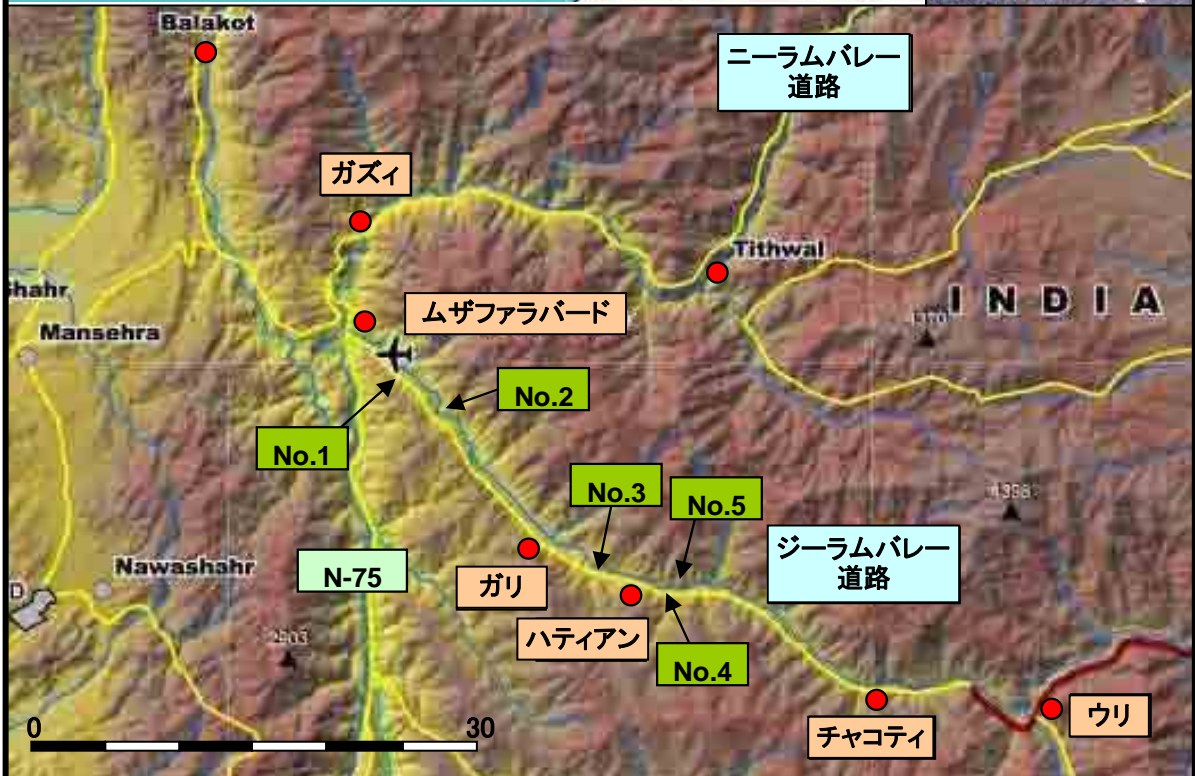
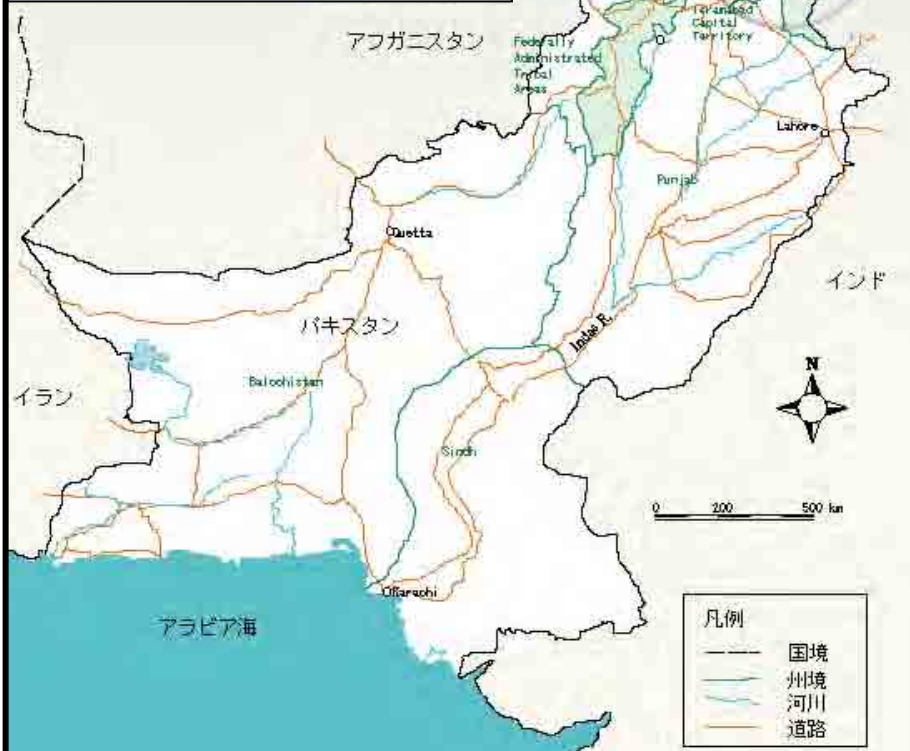
平成 20 年 2 月

パキスタン国全国総合交通網計画（実証事業）調査団

総括 山下 佳久

パキスタン北部地震概要

マグニチュード: 7.6
 震央: 北緯 34.493度,
 東経 73.629度
 深さ: 26 km
 死者数: 10万人以上



パキスタン国全国総合交通網計画調査 (実証事業): ジーラムバレー橋梁改修工事

パキスタン国全国総合交通網計画調査（実証事業）

最終報告書（和文要約）

目 次

1. 序論	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査内容	2
1.3 調査工程	3
1.4 要員計画と業務分担.....	3
2. 実証事業の実施	5
2.1 工事内容	5
2.2 No.3 橋梁サイトのり面保護工の変更	6
2.3 工事概要	6
2.4 実証事業工事出来高.....	9
3. 道路防災管理	22
3.1 地すべり防災調査.....	22
3.2 地すべり防災セミナー.....	30
3.3 のり面点検ガイドブック作成.....	32
4. 提言	33
4.1 定期的な斜面点検実施による効果的な道路維持管理.....	34
4.2 技術者の育成、斜面防災機関の設立.....	34
4.3 道路斜面对策への本邦による技術的な支援と技術移転.....	34
4.4 基本図となる地形図やハザードマップの整備.....	34
4.5 Jhelum Vally Road 改良施工区間や AJK のサテライトタウン計画への ハザードマップの有効活用.....	35
4.6 斜面・のり面点検ガイドラインの運用.....	35
4.7 再建された 5 橋梁の有効活用と適切な維持管理.....	35

Appendix

A-1: As Build Drawings (Summary)

A-2: Minute of Meetings for the Change in the No.3 Bridge Slope Protection Work and Approach Roads

A-3: Contract Agreements

A-4: Bill of Quantities (Final)

B-1: Minute of Meeting for Handing Over of the Facilities

1. 序論

1.1 調査の背景

2005年10月8日午前8時50分(現地時間)に発生したカシミール大地震は、マグニチュード7.6、震源は首都イスラマバードの北北東90kmと推定されており、主にムザファラバード北部域に7万人におよび人的被害の他、橋梁、道路などの生活基幹施設へ甚大な被害を与えた。

パキスタン国（以下、「パ」国）の北東部に位置するジーラムバレー道路は、「パ」国のカシミール州の州都、ムザファラバードからインド国境へ至る唯一のルートであり、同地域の経済社会活動を支える重要な役割を果たしている。大地震により、このジーラムバレー道路の路線沿いに点在する、石造構造を主体とした5橋梁は耐震性や構造安定性に劣り致命的な損傷を受けた。このため震災を受けたジーラムバレー道路幹線道路としての役割を回復する、損壊箇所の速やかな修復が望まれた。

「パ」国の要請に基づき、我が国政府は被災した5橋梁の再建を決定し、独立行政法人国際協力機構は実施中であった「パキスタン国全国総合交通網計画調査」のスキームに5橋梁の詳細設計と入札図書作成を加えた。

同調査において、5橋梁の詳細設計、入札図書の作成の他に加えて、「ジーラムバレー橋梁修復工事」の事業実施、および震災復興における道路防災ガイドライン策定作業をとおして災害時における道路のり面防災に関する技術移転を図ることが提言された。

本調査は「パキスタン国全国総合交通網計画調査（実証事業）」として同提言を実施するものである。

独立行政法人国際協力機構は本事業を日本工営株式会社に委託し、日本工営はSAMBU CONSTRUCTION CO., LTDに再委託して事業を実施した。さらに日本地すべり学会の協力を得て道路のり面防災に関わる技術移転を行った。

本事業はNational Highway Authority (NHA) との協力とともに行われ、第3橋梁、セリ橋のり面対策に対してNHAは資金を提供した。

5橋梁のうち4橋梁は2007年11月に、残りの1橋は2008年2月に完成した。本報告書は「パキスタン国全国総合交通網計画調査（実証事業）」に係る2006年4月から2008年2月の調査内容を取り纏めたものである。

1.2 調査内容

本調査業務は、次の二つの内容から構成される。

- 被災したジーラム道路沿いの5橋梁の復旧。
- 日本で使われている斜面・のり面災害対策、防災対策の技術移転
震災により崩壊した5橋梁の修復工事の内容は、下記の通りである。

表-1.1.1 崩壊橋梁5ヶ所の修復工事概要

橋梁名	橋長	ムザファラバードよりの距離	資金ソース
No. 1 Sebri	30.75 m	Km 6+560	JICA
No. 2 Tundali	30.75 m	Km 10+ 060	JICA
No. 3 Seri	9.5 m	Km 31+ 200	JICA
No.3 Slope Protection	175.0 m	Km 31+025~Km 31+200	JICA NHA
No. 4 Sawn	3.0 m	Km 42+990	JICA
No. 5 Kucha	9.2 m	Km 43+990	JICA

斜面・のり面災害対策、防災対策の技術移転の具体的な内容は次のとおりである。

- ① 計画準備
- ② 地形現地調査と法面対策現地指導
- ③ 地質現地調査
- ④ 地すべりハザードマップ作成（予備判読）
- ⑤ 地すべり危険度判定手法の検討（共同判読とAHP手法）
- ⑥ ハザードマップ作成指導、危険度評価指導およびセミナーの開催
- ⑦ 地すべり地形判読結果のGIS化
- ⑧ のり面点検ガイドラインの作成

このプログラムの中で次のセミナー、ワークショップが開催された。

第1回セミナー : のり面点検と対策、2006年9月3日、4日

第1回ワークショップ : 地すべり抽出と評価、2006年12月21日～23日

第2回セミナー : 地すべり対策、2006年12月26日

第2回ワークショップ : 地すべりモニタリング、予知、災害軽減、2008年1月28日、
29日

1.3 調査工程

本調査業務の調査工程は、表—1.3.1 に示すとおりである。

表—1.3.1 調査工程

item	1st Contract (FY 2006)												2nd Contract (FY 2007)												2008	
	2006												2007													
	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb			
Reconstruction of five bridges damaged by the earthquake																										
Concernment of the study	▼																									
Procurement of the Contractor	■	■	■	■																						
Implementation of Reconstruct of five bridges					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Technology Transfer of the Landslide Disaster Management							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

1.4 要員計画と業務分担

ジーラムバレー橋梁修復工事に係る調査業務の要員計画と業務分担を表—1.4.1 に、災害時における道路防災・橋梁修復事業に関する技術移転に係る調査業務の要員計画業務分担を表—1.4.2 に示す。

表—1.4.1 ジーラムバレー橋梁修復工事に係る調査業務の要員計画と業務分担

Name	Position	Nationality	Assignment Period
Mr. Tetu Nakagawa	Project Coordinator	Japanese	April 2006 - February 2008
Mr. Yoshihisa Yamashita	Project Manager-1	Japanese	July 2007 - February 2008
Mr. Masaru Homma	Project Manager-2	Japanese	April 2006 - July 2007
Mr. G.N.Malik	Deputy Project Manager	Pakistani	May 2006 - February 2008
Mr. Yasushi Momose	Geotechnical Engineer	Japanese	June 2006 - January 2008
Mr. Takeshi Yoshida	Bridge Engineer-1	Japanese	May 2006 - April 2007
Mr. Yukinori Uchimura	Bridge Engineer-2	Japanese	December 2006 - February 2007
Mr. Makoto Kubota	Resident Engineer	Japanese	August 2007 - February 2008
Mr. Said Bacha	Bridge Engineer	Pakistani	June 2006 - July 2007
Mr. Shahid Nawaz	Site Engineer	Pakistani	June 2006 - July 2007
Mr. Z.U.Niazi	Material Engineer	Pakistani	September 2006 - January 2008

表—1.4.2 災害時における道路防災・橋梁修復事業に関する技術移転

Name	Speciality	Department	Age	Degree	Special instruction 1	Special instruction 2
H. MARUI	erosion control engineering , landslide, geotechnical engineering	Professor, Niigata Univ.	58	Dr.	Doctor of Engineering, Doctor of Agriculture	The Japan Landslide Society, President
T. MIYAGI	geography, geomorphology, enviroment, GIS	Professor, Tohoku-gakuin Uni	55	Dr.	Doctor of Science	The Japan Landslide Society, Trustee
M. CHIGIRA	engineering geology, getechnical engineering, structural geology	Professor, Kyoto Univ.	51	Dr.	Doctor of Science	The Japan Landslide Society, Trustee
D. HIGAKI	geography, geomorphology, mitigation of landslide hazards	Professor, Hirosaki Univ.	53	Dr.	Doctor of Science	The Japan Landslide Society, Trustee
H.YAGI	geography, geomorphology, GIS	Professor, Yamagata Univ.	49	Dr.	Doctor of Science	The Japan Landslide Society, Research and planning W.G.
K. KONAGAI	erosion control engineering, numerical mathematics, earthquake hazards	Professor, Univ. of Tokyo	54	Dr.	Doctor of Engineering	Japan Society of Civil Engineers, The Japanese Geotechnical Society
H.YOSHIMATSU	mitigation of landslide hazards, erosion control, engineering numerical analysis	SABO Technical Center	59	Dr.	Professional Engineer (construction), Ph.D	The Japan Landslide Society, Trustee
T. YAMASAKI	mitigation of landslide hazards, geology, geotechnical engineering	Lecturer, Shizuoka Univ.	56	Dr.	Professional Engineer (science), Doctor of Science	The Japan Landslide Society, Trustee
S. ABE	mitigation of landslide hazards, geology, erosion control engineering	Okuyama Boring Co.,Ltd	58	Dr.	Professional Engineer (science, construction), Doctor of Engineering	The Japan Landslide Society, Trustee
T.UEDA	mitigation of landslide hazards, enviroment, forest engineering	Techno Forest Co., Ltd.	51	Ms.	Professional Engineer (forest engineering), Master	JICA short term expert (landslide)
T. MAYUMI	mitigation of landslide hazards, geography, geotechnical engineering	Kokudobousai Co.,Ltd.	41	Dr.	Professional Engineer (construction), Ph.D	JICA short term expert (landslide)
M.ENOKIDA	mitigation of landslide hazards, slope stability analysis, hydrological engineering	Kokudobousai Co.,Ltd.	45	Dr.	Professional Engineer (construction, forest engineering), Doctor of Engineering	The Japan Landslide Society Research and planning W.G.,
F. HASHIMOTO	geography, enviroment, GIS	Kokudobousai Co.,Ltd.	27	Ba.		The Japan Landslide Society International communication W.G.,

2. 実証事業の実施

2.1 工事内容

震災により崩壊した橋梁の修復工事の内容は、下記の通りである。

表－2.1.1 崩壊橋梁 5ヶ所の修復工事概要

橋梁名	工事概要
No.1 Subri Bridge	Location: Km 6+600 Bridge Length: 30.0 m Width: 9.7 m Structural type: PC T Girder Bridge Construction cost: 27,961,288PKR
No.2 Tundali Bridge	Location: Km 10+100 Bridge Length: 30.0 m Width: 9.7 m Structural type: PC T Girder Bridge Construction cost: 26,745,802PKR
No.3 Seri Bridge	Location: Km 31+200 Bridge Length: 9.5 m Width: 30.0 m Structural type: Box culvert Construction cost: 37,560,570PKR Others: The slope protection works and the approach road originally adopted were partially canceled and the log-chute and the embankment using gabions were added in the construction stage.
No.4 Sawan Box-culvert	Location: Km 41+300 Length: 3.0 m Width: 16.8 m Structural type: Box culvert Construction cost: 6,853,124PKR
No.5 Kucha Bridge	Location: Km 42+600 Bridge Length: 9.2 m Width: 19.0 m Structural type: Box culvert Construction cost: 11,654,525PKR

2.2 No.3 橋梁サイトのり面保護工の変更

詳細設計において、急勾配の斜面下に位置する第 3 橋梁の取り付け道路は、最小曲線半径 30m の設計基準を満足するため、急斜面を掘削して山側に道路をシフトするよう計画された。そして出現する長大切土のり面に対しては、技術移転を考慮したアンカー付コンクリートフレーム工法が採用された。しかしながら、この計画は実施段階において次のように変更された。

第 1 回入札において、応札金額が予定金額を大幅に上回る結果となり、その原因が日本で使われている先進的なアンカー付コンクリートフレーム工法の採用であると認められた。このため、のり面勾配を 1 : 1.0 としてモルタル吹付工によるのり面保護を施す計画に変更した。

施工段階において、上部掘削面に出現したのり面の地質状況が巨レキを含むものでモルタル吹付工の採用が適切でないと認められた。このため、費用対効果を勘案して以下のように計画内容を変更して施工した。

- 25m の例外的な曲線半径を採用して道路を山側ではなく谷側に盛土してシフトする。
- ボックスカルバートを延長するとともに 66m の U 型流路工を設置して盛土のり尻を保護する。
- 拡幅のための盛土はガビオンにより保護する。
- 現道を現有の幅のなかで出来るだけ広くするため山側に練石擁壁を設ける。

2.3 工事概要

(1) 入札図書レビュー

事業実施に先立って、パキスタン国全国道路網計画調査で作られた設計・入札図書の内容は世銀の資金により実施中の道路改良事業の基準に基づき見直された。

(2) National Highway Authority 資金の導入

事業費が JICA の予算を上回ったため NHA が、第 3 橋梁の取り付け道路のり面对策工事の一部を負担した。この NHA が負担した工事範囲は NHA ポーションとして別契約により実施された。

この NHA ポーションに関しては、NHA と JICA で合意された第 3 橋取り付け道路に係る計画方針の変更、ならびに NHA 側の財政事情から、本事業で行う工事範囲を大幅に縮小し、残った範囲は世銀資金で実施中の現道改良工事で行うこととなった。

(3) 現地再委託先の選定

第1回入札

再委託先選定のための第1回の入札は下記の様に実施した。

指名業者：（本邦業者はイスラマバードに事務所を置く2社、ローカル業者はNHAの推薦リストより2社を選定）

入札実施日程

平成18年4月12日	入札案内送付
平成18年4月19日	入札書類配布
平成18年5月13日	入札締め切り

この結果、応札して来たのは本邦業者の飛島建設（株）1社のみであった。しかしながら、総事業費4億2千万円に対し、飛島建設（株）の入札額は32億円と8倍近い開きがあり、第1回の入札は不調となった。

第2回入札

この様な状況のため、フリーフレーム工法をモルタル吹付け工法に変更し、第2回の入札を下記の様に実施した。

指名業者：（本邦業者はイスラマバードに事務所を置く2社、ローカル業者はNHAの推薦リストより第1回指名業者以外の4社を選定、その他韓国業者1社、マレーシア業者1社を選定）

入札実施日程

平成18年6月03日	入札案内送付
平成18年6月05日	入札書類配布
平成18年6月20日	入札締め切り

入札評価の結果、技術点に於いてもSambuが最高点であり、入札金額も最安値で且つ予算額以内であったため、Sambu Constructionを再委託先と決定し、平成18年7月25日JICAパキスタン事務所にて契約サイン、同日着工命令書を発行した。計画書に基づき平成18年8月1日（1週間以内）に工事着工した。

(3) 現地再委託契約

第1年次(2006年度)再委託契約：2006年7月25日契約

第2年次(2007年度)再委託契約：2007年2月21日契約

第1回変更第2年次再委託契約：2007年8月1日契約

第2回変更第2年次再委託契約：2008年1月23日契約

第3回変更第2年次再委託契約：2008年2月13日契約

(4) 実証事業の引渡し

第2年次契約工事の進捗状況は2007年10月末に於いて、No.1橋梁、No.2橋梁、No.4ボックスカルバート、No.5橋梁が完成し、11月10日には上記4橋梁の開通式を迎えた。



No. 1, No. 2, No. 4, No. 5 橋梁開通式

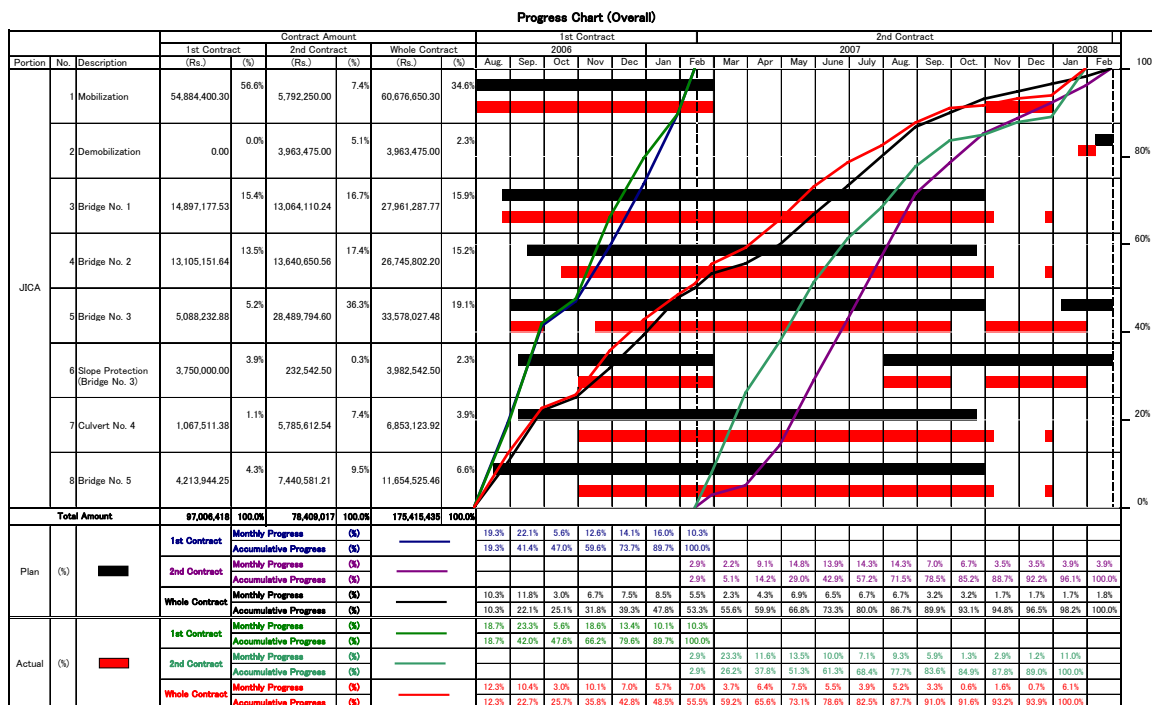
2008年2月13日に、JICA パキスタン、NHA、NK（日本工営株）及び Sambu による現地、No.1橋梁、No.2橋梁、No.3橋梁、No.4ボックスカルバート及びNo.5橋梁の検査・引渡しが実施された。

2.4 実証事業工事出来高

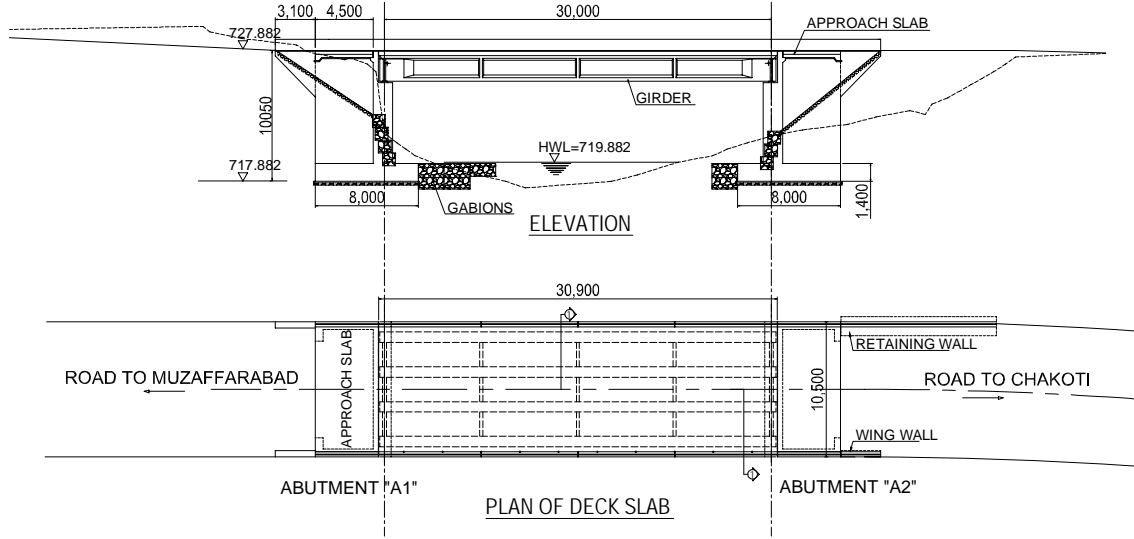
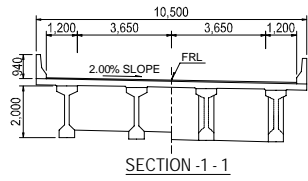
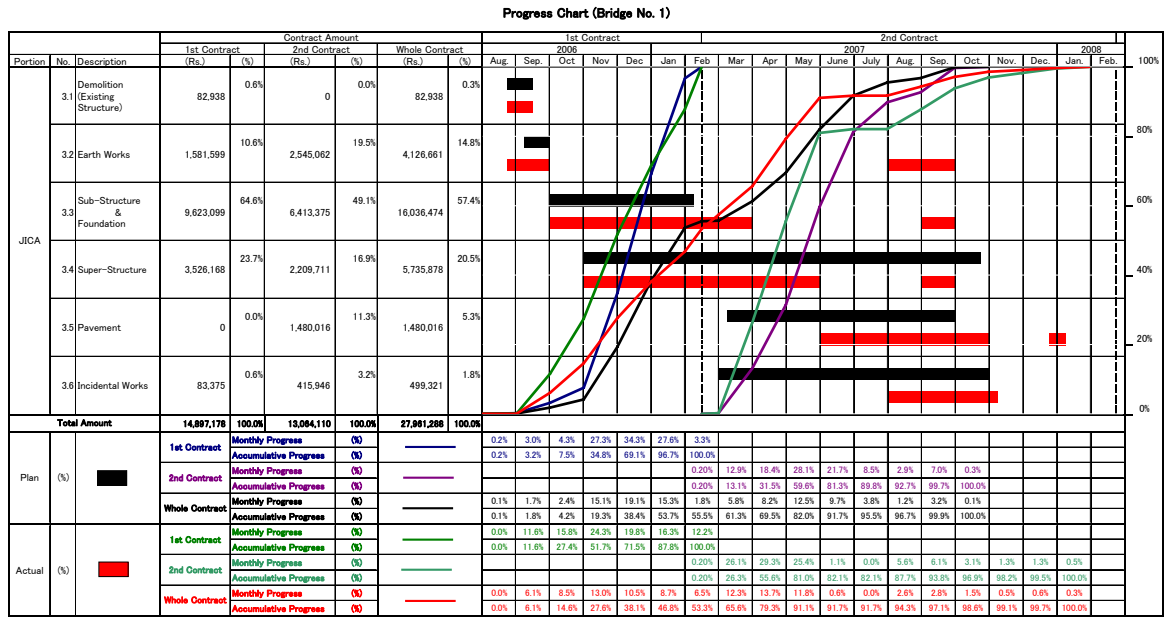
実証事業工事出来高について 4.3.1 項に工事写真を項に示す。

2.4.1 実証事業工事出来高

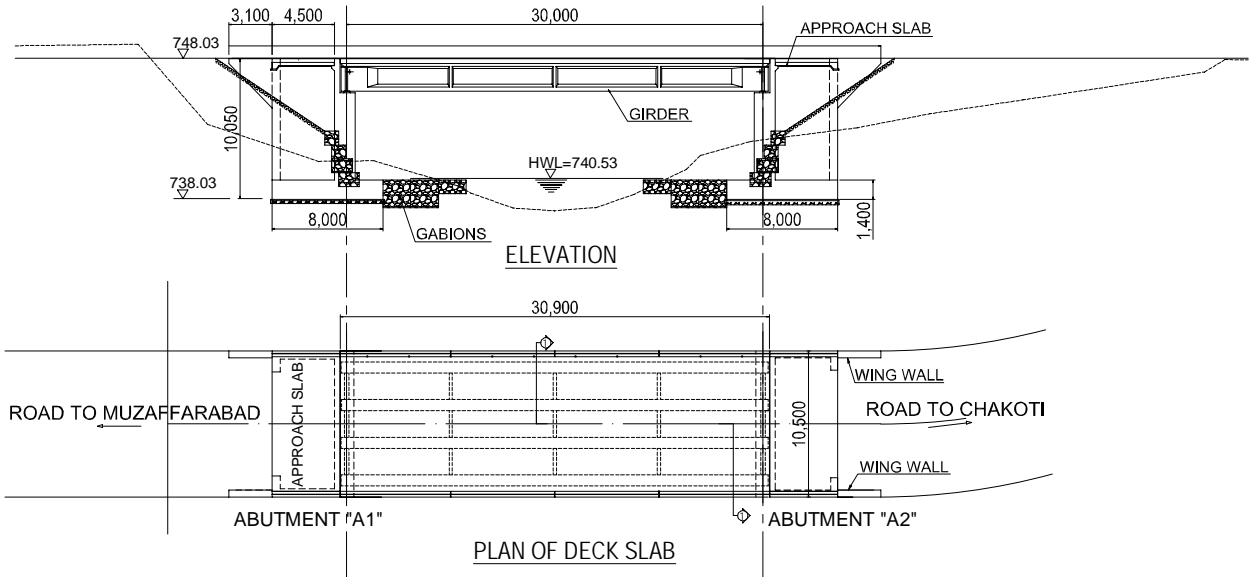
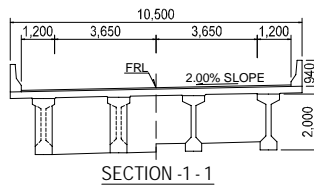
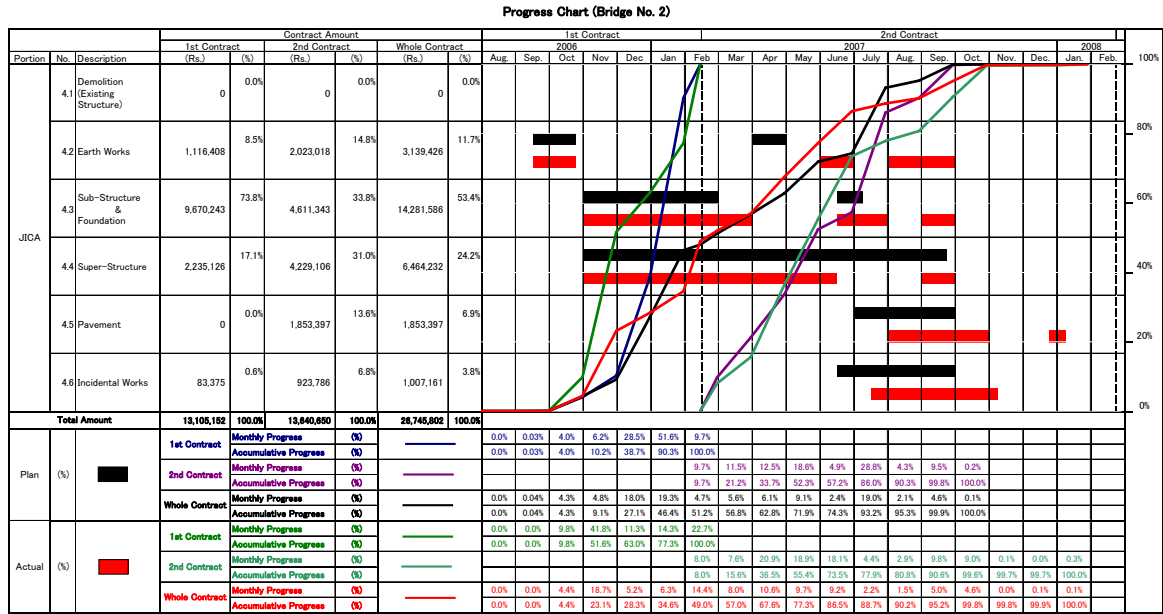
(1) 実証事業修復工事全体工事出来高図



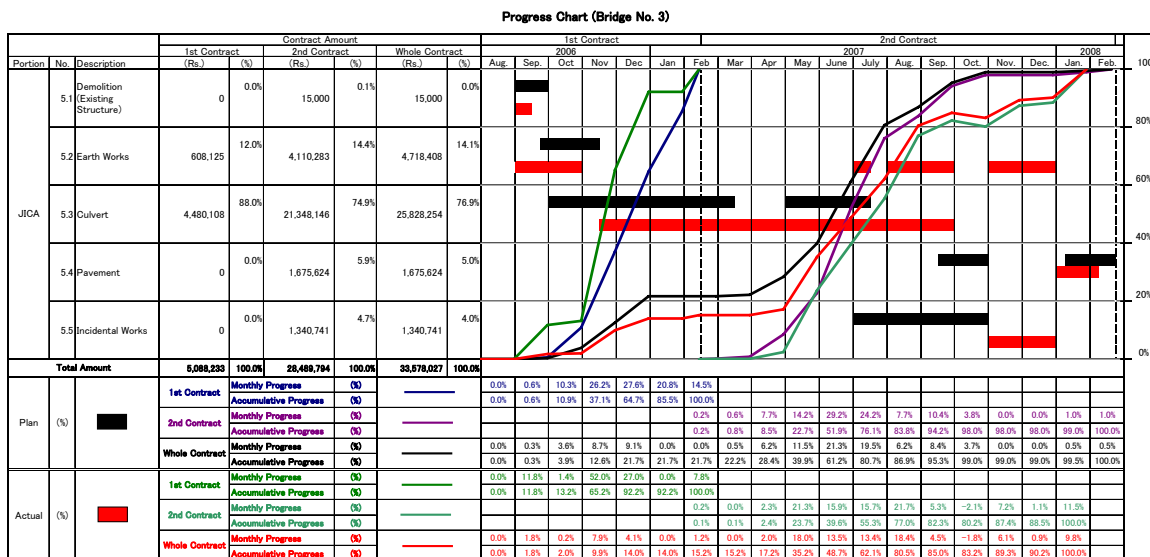
(2) No.1 橋梁修復工事出来高図



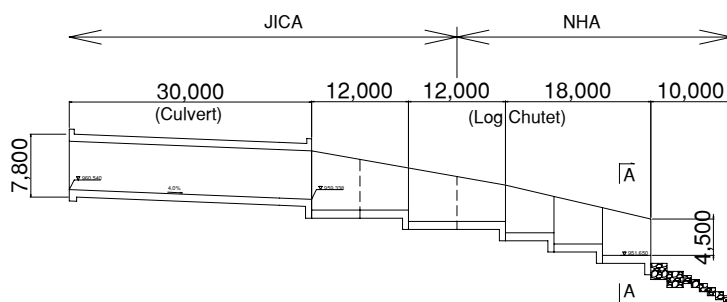
(3) No.2 橋梁修復工事出来高図



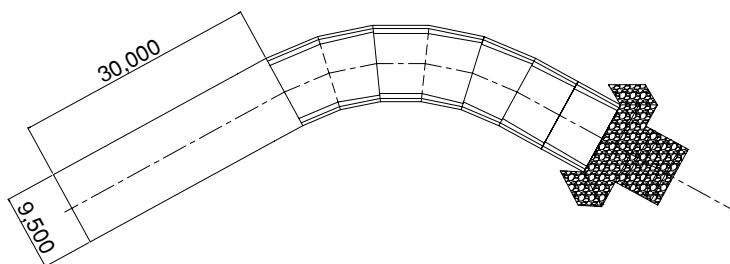
(4) No.3 橋梁修復工事出来高図



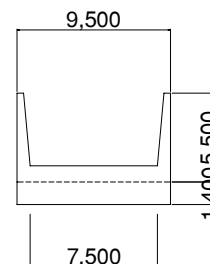
Profile of Log Chute



Plane of Log Chute



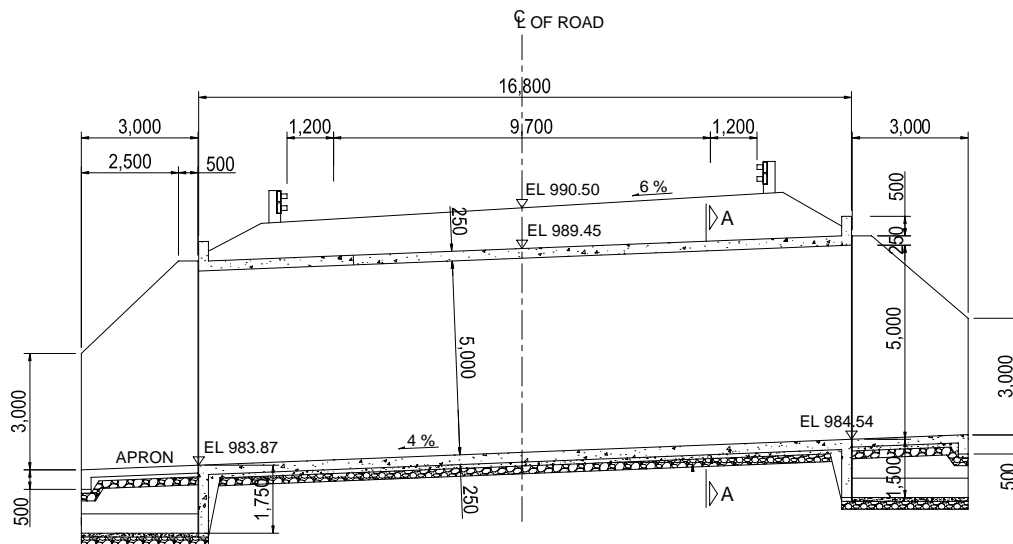
A-A Section



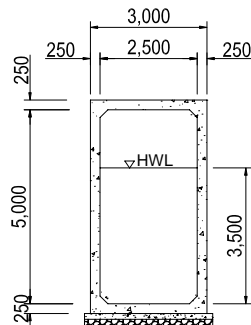
(5) No.4 ボックスカルバート修復工事出来高図

Progress Chart (Bridge No. 4)

Portion	No.	Description	Contract Amount						1st Contract												2nd Contract											
			1st Contract		2nd Contract		Whole Contract		2006												2007											
			(Rs.)	(%)	(Rs.)	(%)	(Rs.)	(%)	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.					
JICA	7.1	Demolition (Existing Structure)	4,500	0.4%	4,500	0.1%	9,000	0.1%																								
	7.2	Earth Works	90,803	8.5%	1,125,161	19.4%	1,215,964	17.7%																								
	7.3	Culvert	972,208	91.1%	3,007,061	57.2%	4,279,269	62.4%																								
	7.4	Pavement	0	0.0%	1,296,732	22.4%	1,296,732	18.9%																								
	7.5	Incidental Works	0	0.0%	52,139	0.9%	52,139	0.8%																								
Total Amount			1,067,511	100.0%	5,785,613	100.0%	6,853,124	100.0%																								
Plan (%)	■	1st Contract	Monthly Progress	(%)	0.0%	5.8%	7.0%	52.2%	26.4%	3.4%	5.2%																					
		1st Contract	Accumulative Progress	(%)	0.0%	5.8%	12.8%	65.0%	91.4%	94.8%	100.0%																					
		2nd Contract	Monthly Progress	(%)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.2%	54.2%	12.2%	8.6%	14.7%	0.0%	0.1%											
		2nd Contract	Accumulative Progress	(%)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.2%	54.2%	12.2%	8.6%	14.7%	0.0%	0.1%											
		Whole Contract	Monthly Progress	(%)	0.0%	2.1%	2.7%	1.8%	7.1%	1.4%	0.0%	0.0%	0.0%	8.7%	45.9%	10.3%	7.3%	12.5%	0.0%	0.4%												
		Whole Contract	Accumulative Progress	(%)	0.0%	2.1%	4.8%	6.4%	13.5%	14.9%	14.9%	14.9%	23.6%	69.5%	79.8%	87.1%	99.9%	99.9%	100.0%													
Actual (%)	■	1st Contract	Monthly Progress	(%)	0.0%	0.0%	0.0%	10.7%	68.0%	12.0%	9.3%																					
		1st Contract	Accumulative Progress	(%)	0.0%	0.0%	0.0%	10.7%	78.7%	90.7%	100.0%																					
		2nd Contract	Monthly Progress	(%)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	24.7%	6.7%	31.4%	17.5%	1.1%	18.3%	0.0%	-0.2%	0.4%	0.0%									
		2nd Contract	Accumulative Progress	(%)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	24.7%	31.4%	62.8%	80.3%	81.4%	99.7%	99.7%	99.5%	99.9%	99.9%									
		Whole Contract	Monthly Progress	(%)	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	10.5%	1.8%	1.5%	0.0%	20.9%	5.6%	26.5%	14.8%	0.9%	15.5%	0.0%	-0.3%	0.4%	0.1%										
		Whole Contract	Accumulative Progress	(%)	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%	12.2%	14.1%	15.6%	15.6%	36.5%	42.1%	68.6%	83.4%	84.3%	99.8%	99.8%	99.5%	99.9%	100.0%										

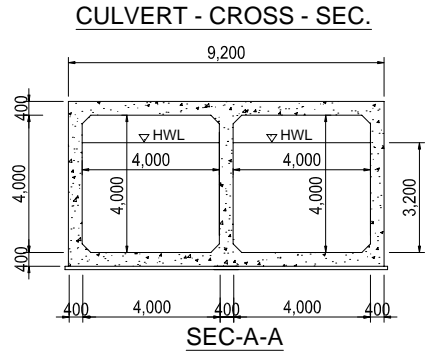
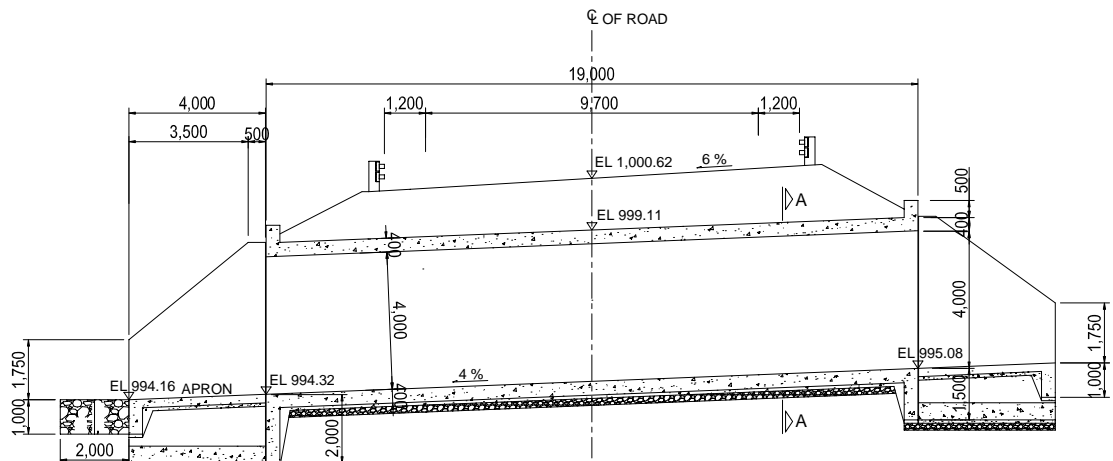
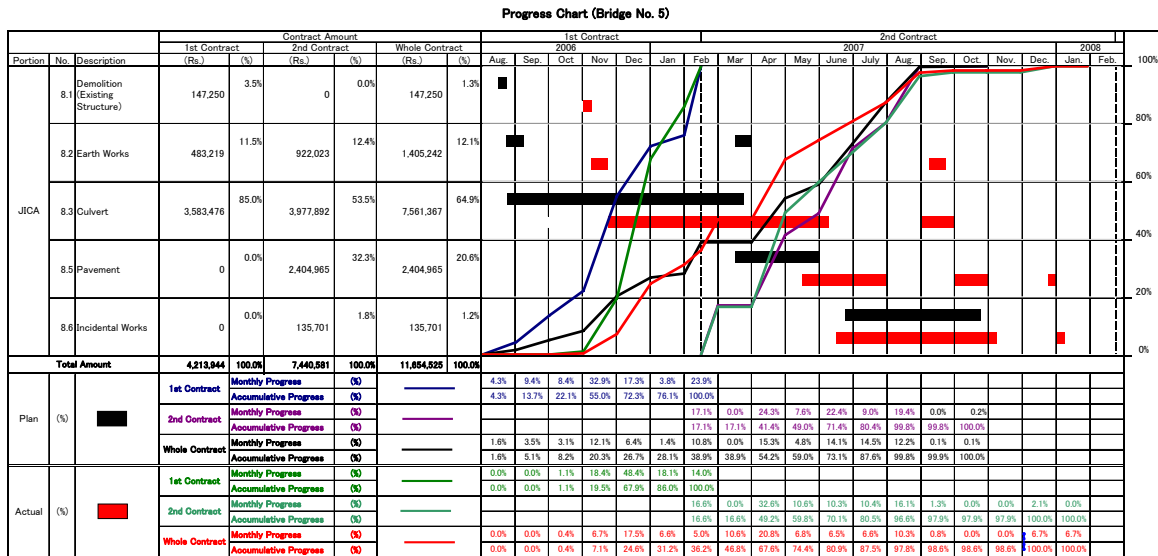


CULVERT - CROSS - SEC.



SEC-A-A

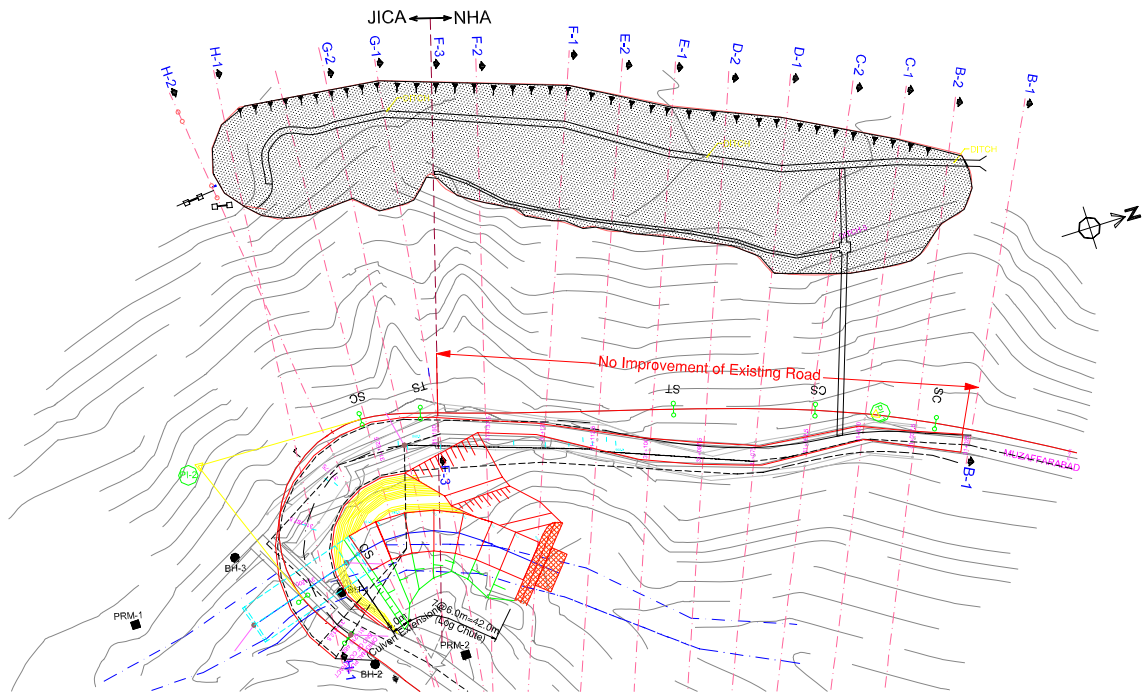
(6) No.5 橋梁修復工事出来高図



(7) No.3 橋梁サイト斜面工事出来高図

Table 2-7 Progress Chart (Bridge No. 3 Slope Protection, JICA Portion)

Portion	No.	Description	Contract Amount				1st Contract												2nd Contract										
			1st Contract		2nd Contract		Whole Contract		2006												2007								
			(Rs.)	(%)	(Rs.)	(%)	(Rs.)	(%)	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.		
JICA	6.1	Earth Works	3,750,000	100.0%	(2,063,750)	-87.5%	1,686,250	42.3%																					
	6.2	Retaining Wall	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%																					
	6.3	Mortar Spray	0	0.0%	1,978,540	850.8%	1,978,540	49.7%																					
	6.4	Pavement	0	0.0%	317,753	136.6%	317,753	8.0%																					
	6.5	Incidental Works	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%																					
Total Amount			3,750,000	100.0%	232,543	100.0%	3,882,543	100.0%																					
Plan (%)			1st Contract		Monthly Progress	(%)		0.0%	10.4%	7.8%	10.4%	10.6%	32.9%	27.9%															
			Accumulative Progress	(%)		0.0%	10.4%	18.2%	28.6%	39.2%	72.1%	100.0%																	
			2nd Contract		Monthly Progress	(%)		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	15.0%	17.0%	17.0%	17.0%	15.0%	2.0%	
			Accumulative Progress	(%)		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	15.0%	32.0%	49.0%	66.0%	83.0%	88.0%	100.0%
			Whole Contract		Monthly Progress	(%)		0.0%	9.7%	7.2%	9.7%	9.8%	31.1%	26.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	9.7%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	0.9%	0.1%
			Accumulative Progress	(%)		0.0%	9.7%	16.9%	26.6%	36.4%	67.5%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	95.0%	96.0%	97.0%	98.0%	99.0%	99.9%	100.0%	
Actual (%)			1st Contract		Monthly Progress	(%)		0.0%	0.0%	0.0%	13.3%	28.2%	44.2%	13.3%															
			Accumulative Progress	(%)		0.0%	0.0%	0.0%	13.3%	42.5%	86.7%	100.0%																	
			2nd Contract		Monthly Progress	(%)		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-43.0%	0.0%	0.0%	136.0%	7.0%	0.0%	
			Accumulative Progress	(%)		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-43.0%	-43.0%	83.0%	100.0%	100.0%		
			Whole Contract		Monthly Progress	(%)		0.0%	0.0%	0.0%	12.3%	27.3%	41.8%	13.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.5%	0.0%	7.9%	0.4%	0.0%	
			Accumulative Progress	(%)		0.0%	0.0%	0.0%	12.3%	39.6%	81.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	94.2%	91.7%	91.7%	91.7%	99.6%	100.0%	100.0%		



2.4.2 実証事業工事写真

(1) No.1 橋梁修復工事概要写真



震災時の既設橋梁状況



橋台施工状況



PC 桁架設状況



上部工施工状況

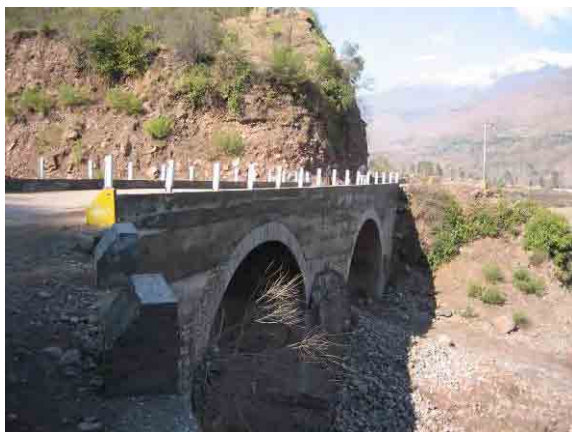


舗装工施工状況



橋梁修復工事完成

(2) No.2 橋梁修復工事概要写真



震災時の既設橋梁状況



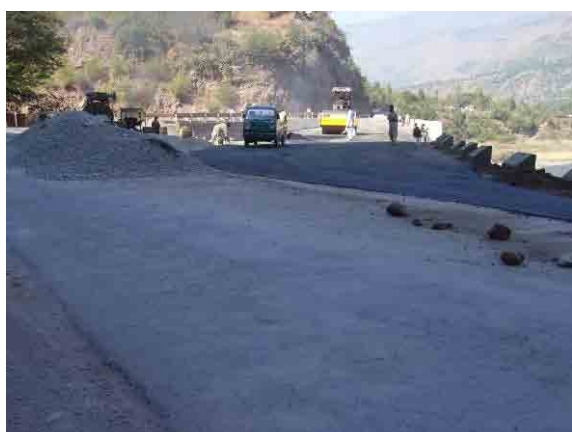
橋台施工状況



PC 桁架設状況



上部工施工状況



舗装工施工状況



橋梁修復工事完成

(3) No.3 橋梁サイト修復工事概要写真



斜面掘削前状況



斜面上部掘削状況



モルタル吹付け工完了



モルタル吹付け工及びコンクリート張工完了



震災時の既設橋梁状況



ボックスカルバート工完了

(4) No.3 橋梁修復工事及び流路工工事概要写真



流路工完成



ガビオン擁壁工及び盛土工状況



路盤工施工状況

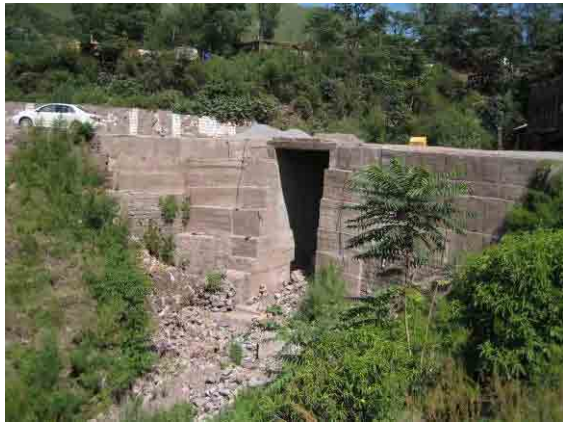


舗装工施工状況



橋梁修復工事完成

(5) No.4 ボックスカルバート修復工事概要写真



震災時の既設橋梁状況



既設カルバート撤去工



ボックスカルバート工完了



翼壁工状況



舗装工施工状況



橋梁修復工事完成

(6) No.5 橋梁修復工事概要写真



震災時の既設橋梁状況



ボックスカルバート工完成



翼壁工状況



舗装工施工状況



舗装工完了



橋梁修復工事完成

3. 道路防災管理

3.1 地すべり防災調査

本調査は、ジェーラム川の国道周辺（約 255km²）に発生した地すべり（地すべりと崩壊）の分布の把握と危険度評価を行い、道路の斜面对策に資することを目的としたものである。

パキスタン国全国総合交通網調査（実証事業）のうち地すべりハザードマップ作成に係る本調査業務は、日本地すべり学会により組織された調査団により実施された。

3.1.1 調査項目

調査項目は以下のとおり。

- ① 1/25,000 地形図の作成
- ② 地形現地踏査と法面災害対策現地指導
- ③ 地質現地踏査
- ④ 地すべりハザードマップ作成（予備判読）
- ⑤ 地すべり危険度判定手法の検討（共同判読と AHP 手法）
- ⑥ パキスタンにおけるハザードマップ作成と危険度評価指導及びセミナー開催
- ⑦ 地すべり判読結果の GIS 化

3.1.2 2005 年パキスタン地震に伴う地すべり・崩壊調査結果

ジェーラム河谷における斜面災害の実体を把握するために、2005 年パキスタン地震に伴う地すべり・崩壊を空中写真と衛星写真判読及び現地踏査により調査した。調査結果は以下の通りである。

- ① 4671 箇所の崩壊、新規に発達した 76 箇所の活動的地すべり、そして 838 箇所の旧期地すべりが明らかとなった。
- ② 崩壊は通常無植生の削剥面として認められる。旧期地すべりは、馬蹄形の滑落崖とその前面の凸凹のある移動域によって特徴づけられている。
- ③ 全ての活動的地すべりは再活動型地すべりである。本調査地域には地震活動とそれに引き続いて発生した重合的成因を持つ引っ張り割れ目や逆向き小急崖などの斜面変形が認められる。

地すべり・崩壊調査結果は、下記の項目について図化し整理した。

- ① 地すべりと崩壊の分布図

- ② 地すべり及び崩壊と地質の関連図
- ③ 旧期地すべりと地質構造の関連性
- ④ 旧期地すべりと地形傾斜角の関連性
- ⑤ 階層構造分析法（AHP法）による地すべり危険度評価
- ⑥ 地すべり分布とジールムバレー橋梁修復工事位置の関係

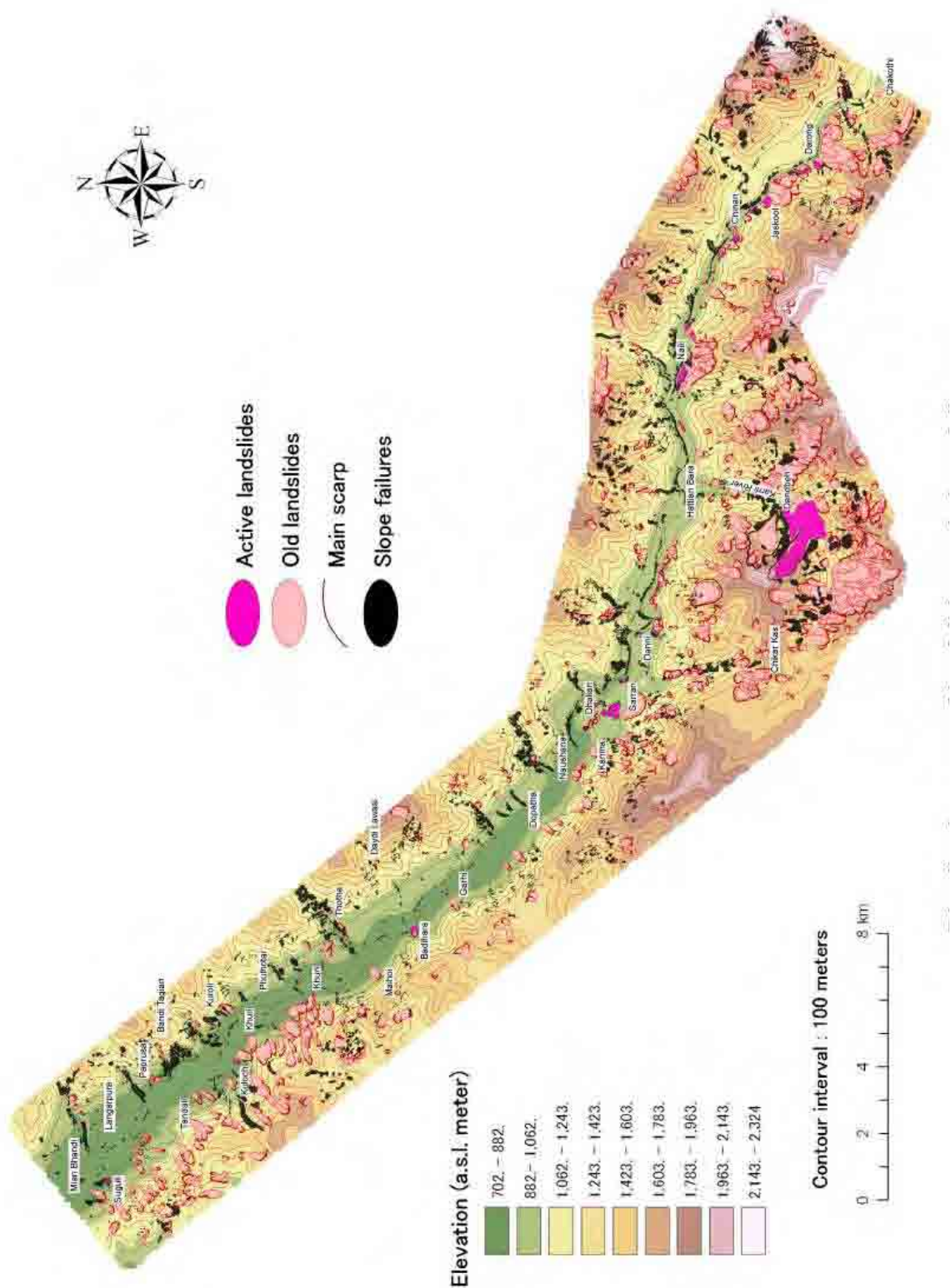


図-3.1.1 地すべりと崩壊の分布図

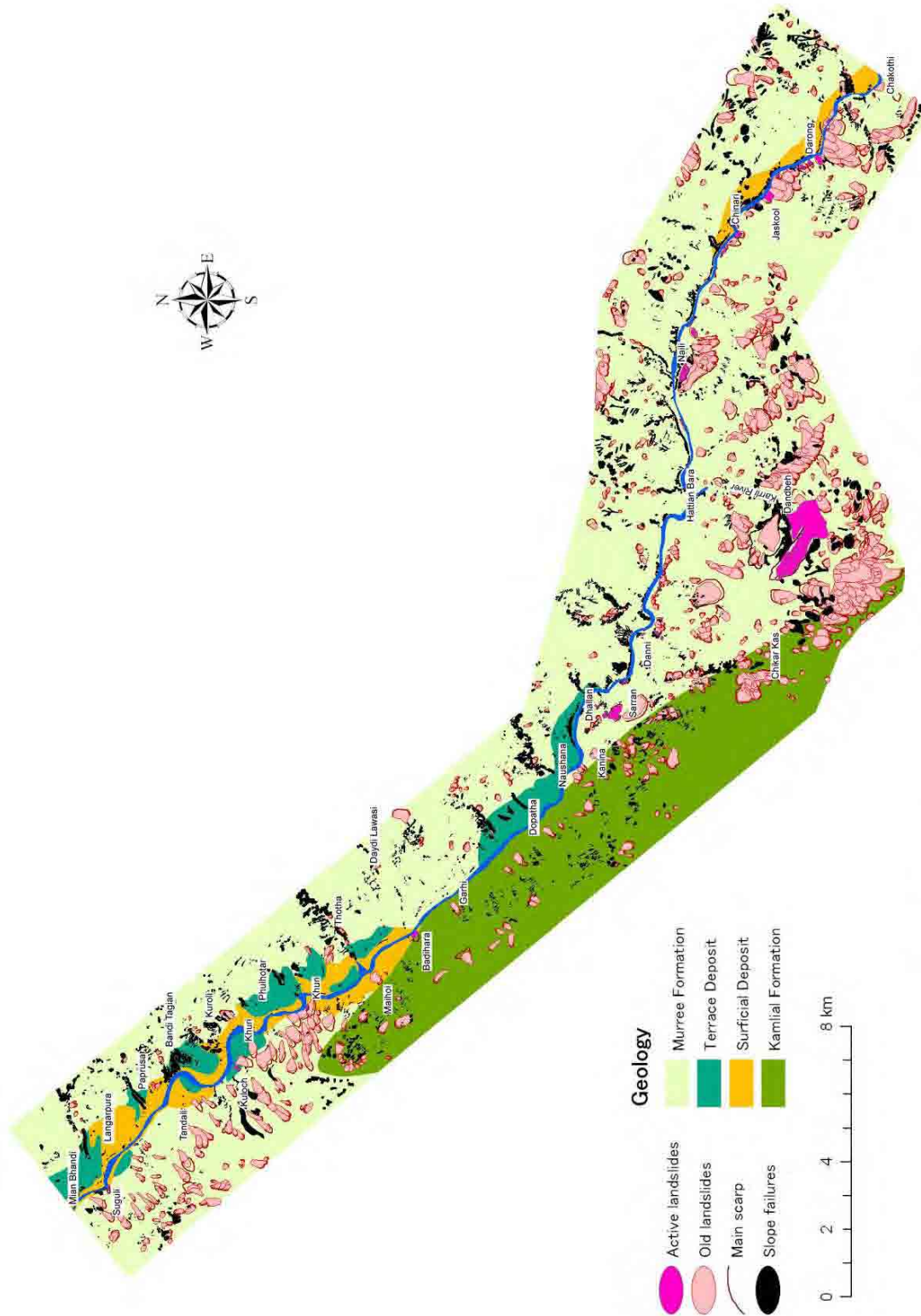


図-3.1.2 地すべり及び崩壊と地質の関連性

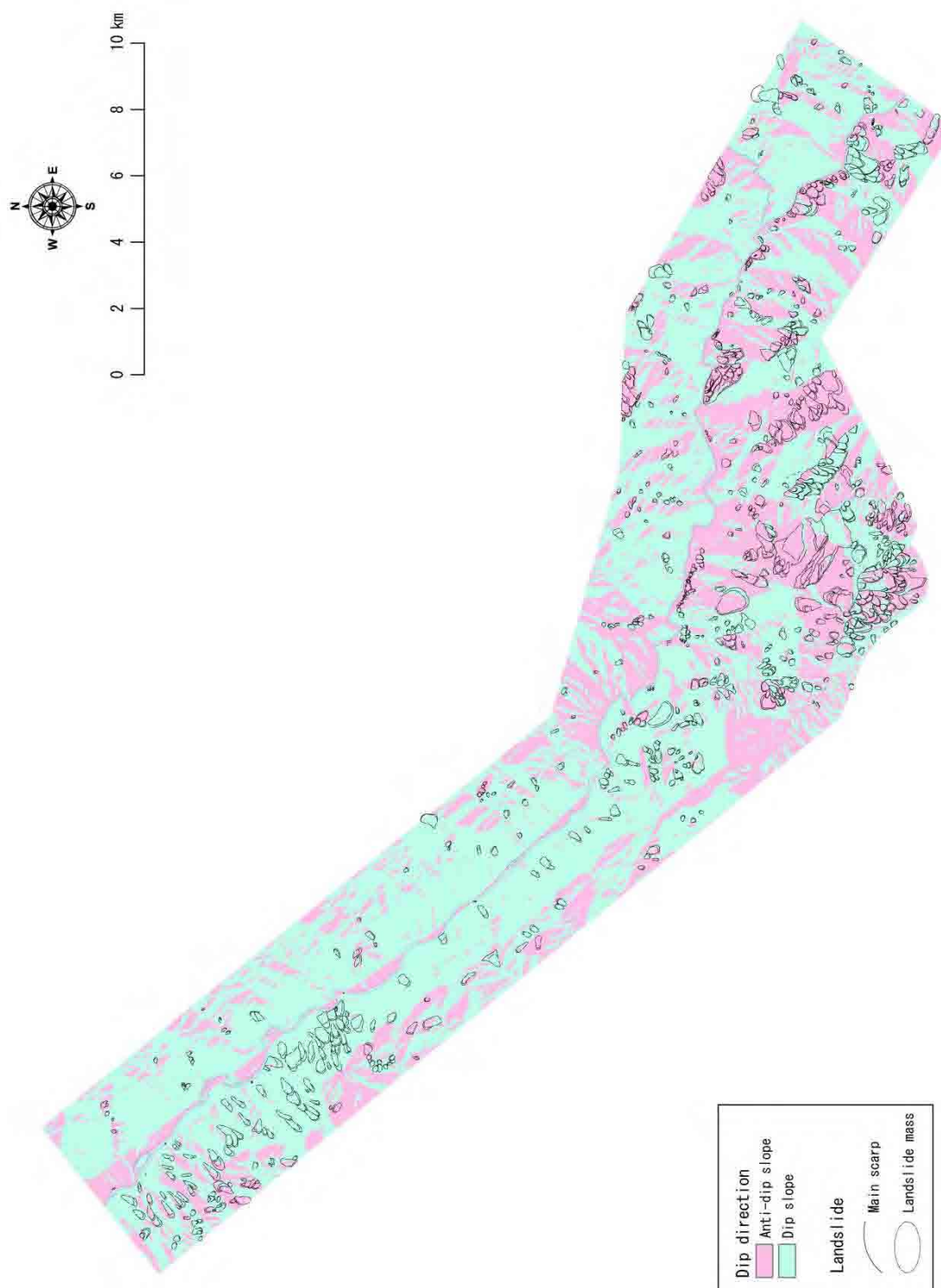


図-3.1.3 旧期地すべりと地質構造の関連性

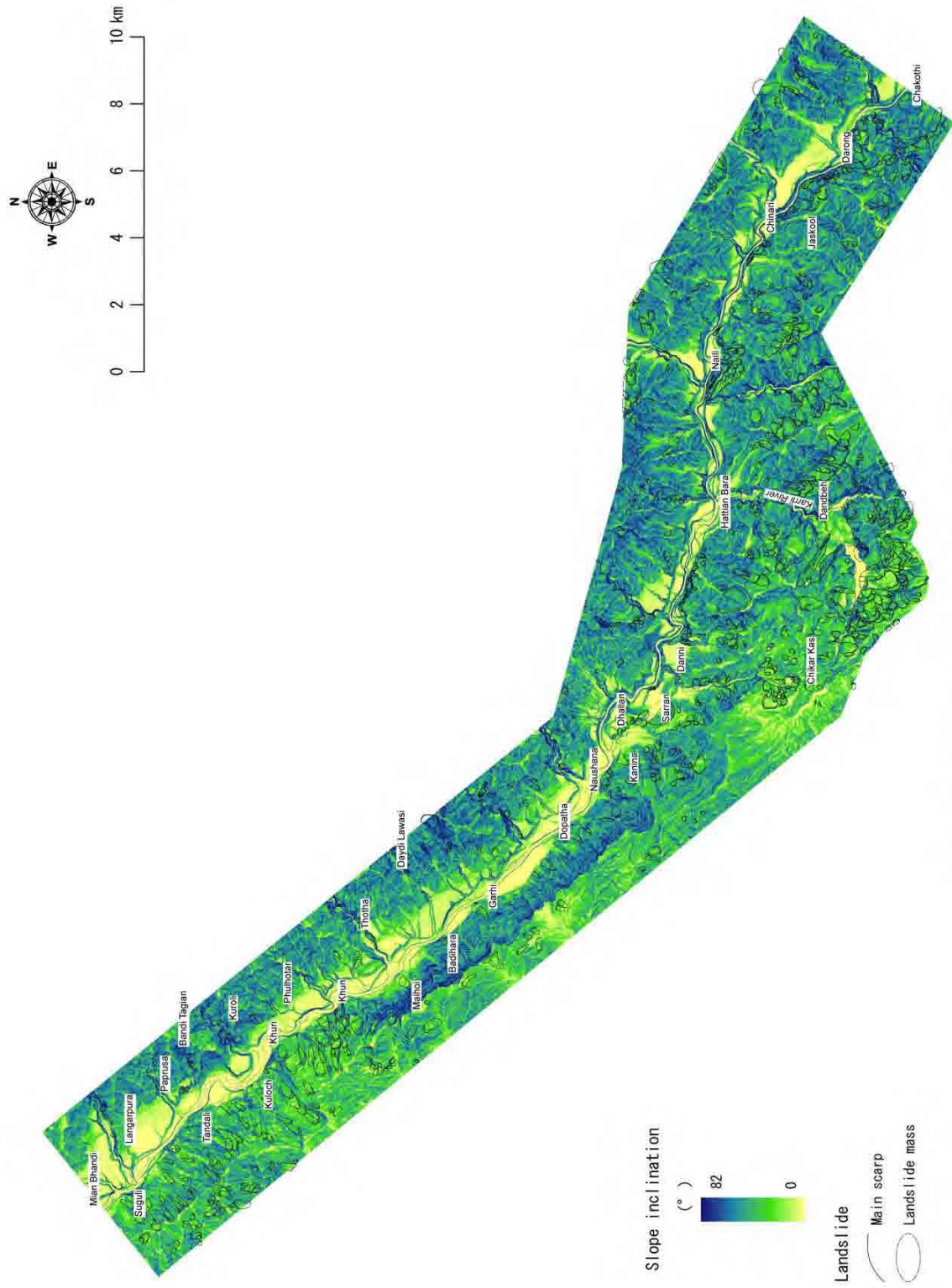


図-3.1.4 旧期地すべりと地形斜角の関連性

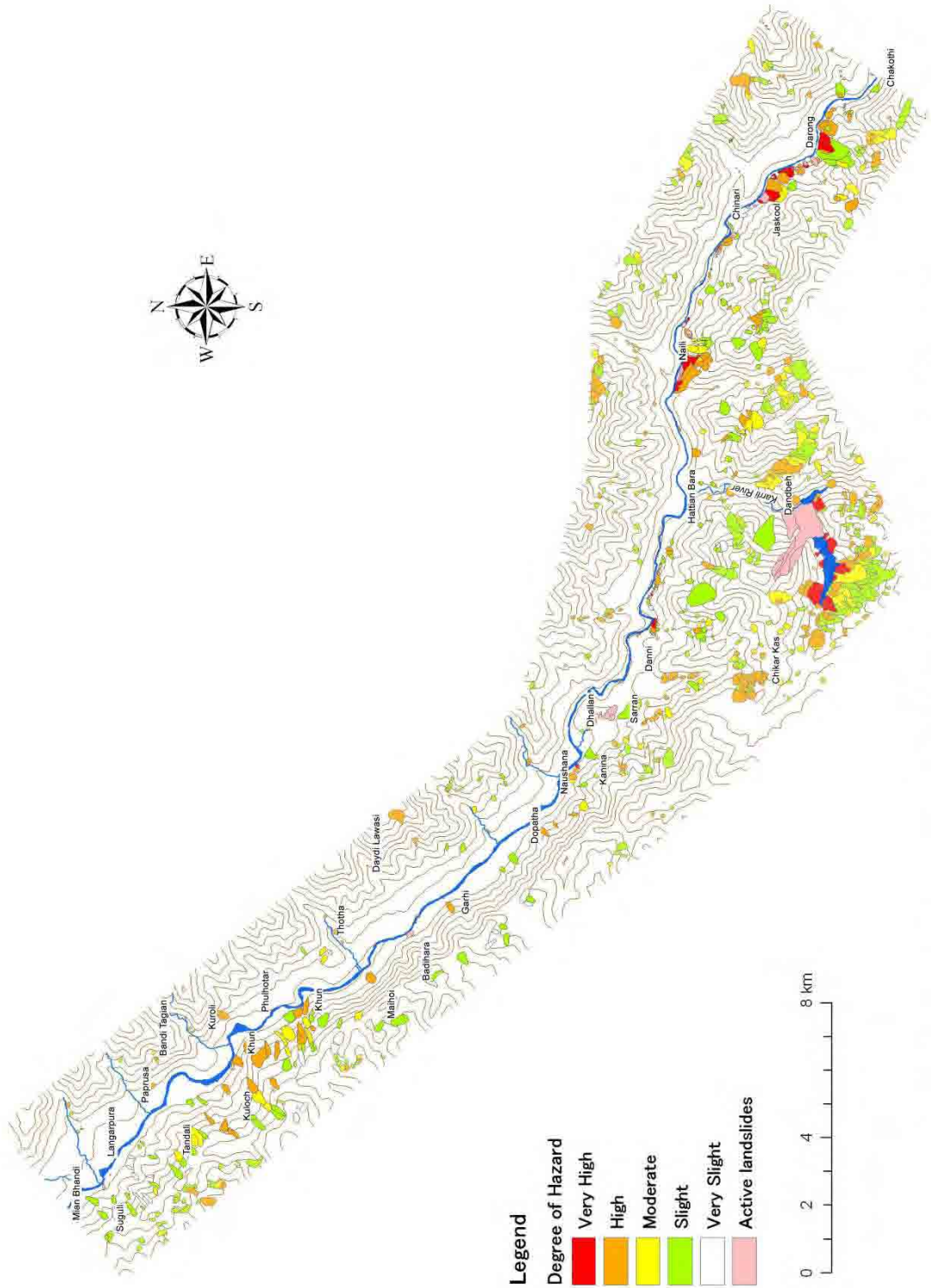


図-3.1.5 階層構造分析法（AHP法）による地すべり危険度評価

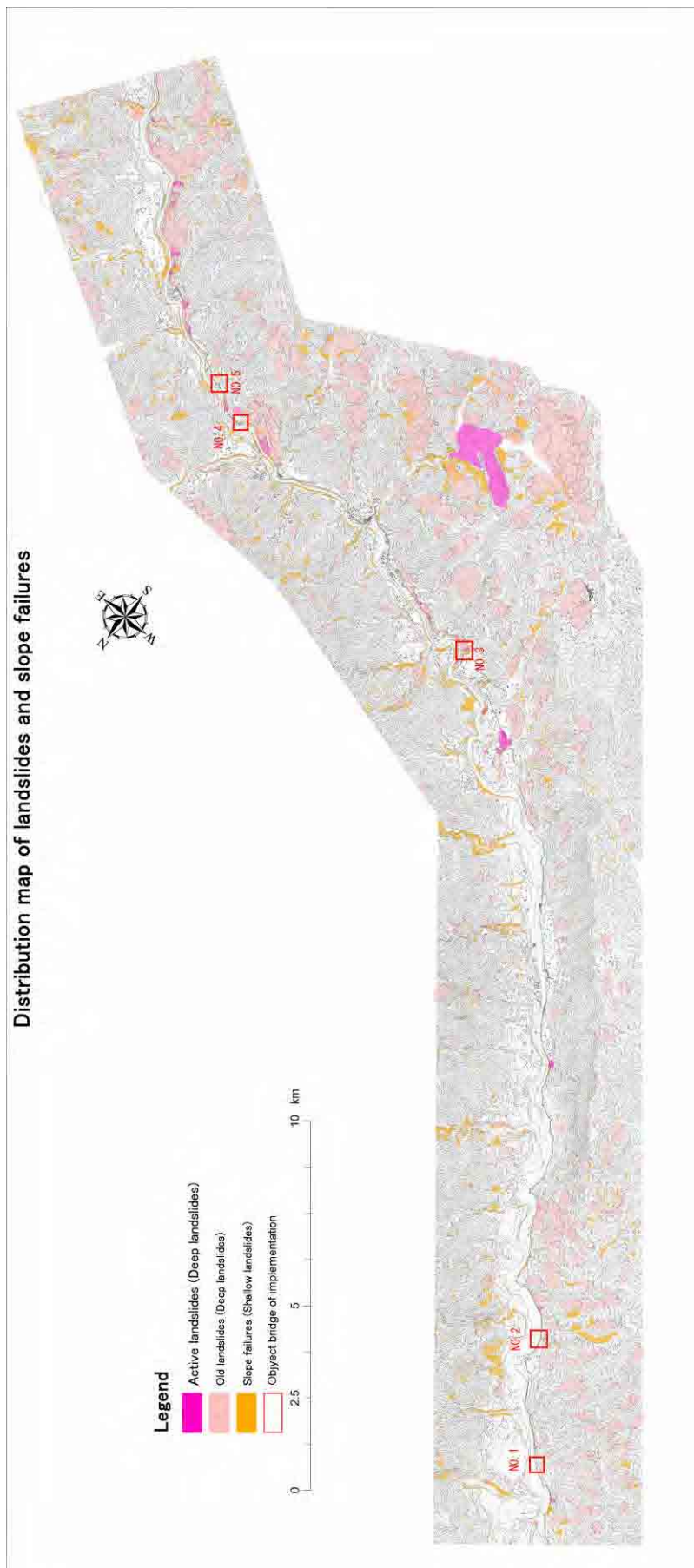


図-3.1.6 地すべり分布とジューラムバレー橋梁修復工事位置の関係

3.2 地すべり防災セミナー

3.2.1 第1回セミナー（のり面調査セミナー）

実施日：2006年9月3日、4日

場所：ムザファラバード市

講師：本調査団より、八木教授、眞弓団員および百瀬団員

実施内容：

ジーラムバレイ道路沿いののり面調査が実施された。ムザファラバードからチャコティ間の道路沿いののり面を調査した。実施調査を行い、斜面観察方法および対策工の考え方などの技術移転を行った。

3.2.2 第1回ワークショップ（技術移転ワークショップ）

実施日：2006年12月21日～23日

場所：Geological Survey of Pakistan（GSP）会議室

講師：本調査団より、八木教授および檜垣教授

実施内容：

斜面防災では、地すべり等の危険箇所を特定することが基本であり、空中写真判読はそのための重要かつ有力なツールである。このワークショップは、斜面防災に深くかかわりがあるパキスタン側技術者が、立体鏡による実体視によって、地すべり地形の抽出と危険度評価が行えるようになることを目的とした。ワークショップ終了後、GSPへ2台、NHAへ1台立体鏡を贈与し、今後のパキスタン側の地すべり判読利用に役立てることとした。

3.2.3 第2回セミナー（斜面防災セミナー「Landslide Disaster Management」）

実施日：2006年12月26日

場所：MARGALA HOTEL ISLAMABAD

講師：本調査団より千木良教授、八木教授、檜垣教授、小長井教授、丸井教授、百瀬団員およびERRA、GSP等より専門家

実施内容：

セミナーには、AJK Prime Minister, Mo/C Federal Minister が出席し、また岸野公使には閉会辞を賜った。聴衆は MOC、NHA、GSP、AJK、ERRA、大学関係者、ドナー、

民間コンサル等からのべ約 150 名の参加を得て開催した。

防災に関するエキスパートの講演に、前ムザファラバード市の市長の講演を加え、内容が非常に濃いセミナーとなり、長時間のセミナーにもかかわらず、最後まで 80~100 人以上の聴衆を得て、活発な質疑応答が行われた。「斜面防災セミナー」では、1) 防災意識の形成、2) 空中写真を用いた地すべり地形の判読、3) 現地斜面踏査による斜面観察方法及び対策工の考え方、4) 斜面の安定性を考慮した道路設計の考え方、5) 定期的な斜面観察とメンテナンスの必要性等の防災技術移転が行われた。今回実施された 3 回の技術セミナーが、パキスタン国での災害に強い社会作りに斜面災害管理が位置づけられるきっかけとなったと言える。また、パキスタン国の防災の核となる人材の養成についても意義のあるものとなった。

3.2.4 第 2 回ワークショップ（地すべり予測と対策、モニタリングに関するワークショップ）

実施日：2008 年 2 月 28 日、29 日

場所：NHA Auditorium

講師：本調査団より百瀬団員、運営指導調査団より小笠原団員、NHA Chairman および NHA より専門家、GSP より専門家

実施内容：

第一日目（1 月 28 日）は NHA Auditorium にて、Technical Session を実施した。当初パ国の政情不安にも拘らず、NHA Chairman を始め NHA、GSP、大学関係者、職員等も含め 130 名程度の出席を得て Session を行い、各発表のあと活発な質疑となった。また、NHA Chairman から道路建設の上は地すべり対策は重要であり今後 GSP とも協力し、Hazard Map を役立てて行きたい旨のコメントを得、NHA 内における道路防災の意識向上および、パキスタン内の地質部門と道路部門の協力体制強化への第一歩となった。

続く二日目（1 月 29 日）は現在建設中の国道 N-75 の斜面にて、道路点検の方法の実習を実施した。参加者は NHA、GSP および大学関係者含め 38 名、さらに、NHA 側の N-75 建設担当の GM および「パ」国側の建設コンサル NESPAK が加わった。斜面点検の実習を 2 箇所で行い、また、日本の技術紹介として、土のう（トンパック）を利用した緊急対策のデモンストレーションを 1 斜面で行った。最後に高橋 NHA 専門家から今回の Workshop2 日間参加者に Certificate が配布され、終了した。

3.3 のり面点検ガイドブック作成

本ガイドラインは道路維持管理における斜面点検の向上を通して地すべりのリスクを低減することを目的としている。さらに、斜面防災に関して専門的な知識をもった技術者が極めて少ない現状を踏まえ、このガイドラインはパキスタンにおける道路維持管理職員への基本技術普及に重点をおいているとともに、早期での適切な対策が、地すべりの再発を防ぎ、震災復興の支援となるという観点より、ガイドラインでは現状の地すべり対策の緊急性から、緊急対策についても述べている。

本ガイドラインは 2 つの章から構成される。第一章は斜面点検の基本的な考え方とこのガイドラインの適用範囲を示している。第二章は地すべりについて、日本及び現地での経験から得られた多くの知識を盛り込んでいる。ガイドラインは本編最終報告書（英文）Appendix A-1 に示す。

このガイドラインの道路維持管理に関する考え方は、日本道路協会（1999）「道路土工一のり面工・斜面安定工指針」に負うところが大きい。また、実際の地すべりの経験から得た教訓は、JH（1983, 1986, 1989）「技術手帳 斜面シリーズ（1）～（3）」から多く得ている。

これらに加え、パキスタン国における地すべりの写真や地質情報、および地すべり対策工については、2 回の雨季を含む 2006 年 6 月～2007 年 8 月の間に、NHA や GSP (Geological Survey of Pakistan) と JICA Study Team が、共同で実施した現地調査によって得ている。

4. 提言

マグニチュード 7.6 を記録するパキスタン大地震が 2005 年 10 月 8 日午前 8 時 50 分に発生し、震源に近いムザファラバード市周辺では多数の家屋が損壊し、道路や橋梁などの社会基盤も著しい損傷を受けた。

震災から 2 年以上が経過し、被災地域は復旧・復興段階へ移行しつつあるが、多くの道路は斜面崩壊や地すべり、これに伴う土石流の影響を受け、これら斜面災害による交通の遮断が地域経済の発展を妨げる要因となっている。さらに、地震によって損傷を受けて、不安定化した箇所が今なお、道路斜面上には多数分布し、今後の降雨等によって再活動する可能性は高い状態となっている。

被災地域の主要道路の道路維持管理は NHA や PWD (Public Works Department of AJK)等によって実施されているが、ハード対策はコスト高となるため危険箇所全てに実施することは困難であり、対策工が実施されたとしても安全な交通を確保するには多大な時間を要する。また、現状では技術的な不備やコスト面の制約から部分的かつ不完全な対策工・補修となることが多く、斜面災害が今後とも長期にわたって、震災地の復旧・復興を阻害する要因となることが予想される。したがって、パ国側道路維持管理では、ハードな対策には限界があり、斜面災害リスク評価や災害の予防、早期対策による災害拡大の軽減等、ソフト面を含めた道路斜面における「防災力」の向上が重要である。

以上の観点から、本調査では、パ国側が斜面防災を実施する上での基礎的な技術導入およびパ国技術者への技術移転として、1) 被災したジェーラムバレー道路の地形図およびハザードマップを作成、2) 法面点検ガイドの作成、3) 防災関係者へのセミナーおよび技術スタッフへのワークショップ（計 4 回）を実施し、本調査はパ国での災害に強い社会作りに斜面防災が位置づけられるきっかけとなったと言える。また、パ国の斜面防災の核となる人材の養成についても意義のあるものとなった。これは、セミナーでの、道路建設する上で地質調査の重要性およびハザードマップを有効活用、パ国内の地質調査機関である GSP と協力を強調した NHA Chairman のコメントにも表れた。

今後、パ国側では基礎技術を実際の斜面防災に応用して、検証しつつ経験を蓄積して、道路維持管理のための斜面防災技術を向上させていくことが望まれる。

本調査からの提言は以下が挙げられる。

4.1 定期的な斜面点検実施による効果的な道路維持管理

斜面崩壊は、モンスーン期および冬季の多降雨時期に集中しており、モンスーン・冬季前後の点検、毎月の点検、緊急災害発生時の点検が必要となる。ハザードマップ、点検ガイドを活用し、道路維持管理に必要なデータを蓄積するとともに、点検によって、崩壊のメカニズムを理解し、適切な対策を実施することによって、効果的な道路維持管理を行うことが望まれる。

4.2 技術者の育成、斜面防災機関の設立

道路管理者である NHA には、ハザードマップ作成～対策工選定等の斜面工学的な技術を持つ技術者が極めて少ない。また、現場の斜面災害・対策等のデータが経験として蓄積されないため、不十分な対策によって再発した地すべりが道路維持管理に財政的な圧迫を加え、さらに斜面对策を困難にしている。こうした悪循環を断ち切るためには、斜面災害の技術者の育成が急務であり、斜面災害のデータを蓄積することが重要である。このためは、斜面防災に関する機関を NHA 内に GSP 等の研究機関との協力で設立し、実際の斜面災害対策による OJT を通して、技術者を育てていく必要である。

4.3 道路斜面对策への本邦による技術的な支援と技術移転

道路維持管理能力を向上、斜面の技術者育成は、実際のプロジェクトの中で実施することが有効である。また、作業を通じて本邦およびパ国側の信頼関係強化が図れる。特に、被災地域ムザファラバードと首都イスラマバードを結ぶ主要幹線 N75 は、地すべりが雨季に頻発して交通障害となるため、この路線の拡幅と安全な通行は被災した地元の要望でもある。地質概査によると、比較的大規模な地すべりは、地震断層に沿ったクリープ性の地すべりが多く、斜面の排水不良を主誘因として発生している。これらは、再発性が高いため有効な対策が行われていないが、本邦の経験では、パ国の技術でも実施可能な地下水排除工等によって、大幅に斜面災害のリスクを軽減できるものと考えられる。また、この分野に秀でた本邦の協力によって、安全な道路建設が望まれる。

4.4 基本図となる地形図やハザードマップの整備

「パ」国では詳細な地形図を入手することが難しく、これが、道路維持管理に必要な資料（ハザードマップの作成等）作成を困難なものとする一因となっている。既存の地形図(1:50,000)を利用しやすく整備するとともに、地すべりリスクがある路線では、必要に応じて空中写真や衛星写真等により詳細な地形図（1:5,000～1:10,000）作成し、現地踏査を行ってハザードマップを整備する必要がある。また、これらは、GIS を利用しての道路管理を導入する場合の基礎資料となる。

4.5 Jhelum Valley Road 改良施工区間や AJK のサテライトタウン計画へのハザードマップの有効活用

ムザファラバード市側から 15km 区間では、NHA が世銀の資金により道路改良を実施しており、今後暫時改良区間は延長される予定である。また、AJK 政府では、被災したムザファラバード市のサテライトタウンを計画している。これらは被災後、地すべりや土石流が多発する地域を通過することから、計画および施工段階で、本調査で作成したハザードマップの有効活用が望まれる。

4.6 斜面・のり面点検ガイドラインの運用

パキスタンにおける地すべり災害を予期、予防する道路メンテナンス作業は必ずしも十分なものではない。また、十分な知識を持った道路技術者も少ない。本調査において作成した、緊急復旧作業を含む斜面・のり面点検ガイドラインはこのような実情を勘案して作られたものである。このガイドラインが有効に使われていくことを提言する。

4.7 再建された 5 橋梁の有効利用と適正な維持管理

パキスタン国政府に対し、本調査で再建した 5 橋梁の有効活用と「パ」国と本邦の友好の架け橋として、未長く活用できるよう適正な維持管理が実施されるよう提言する。